

23095

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor Roger E LO
Patent App. 10/511,865
Filed 10 March 2005
For METHOD FOR PRODUCING CRYOGENIC SOLID
 MONOPROPELLANTS AND SOLID PROPELLANTS PRODUCED
 ACCORDING TO SAID METHOD

Art Unit 1793 Examiner Mc Donough, J
Hon. Commissioner of Patents
Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REPLY BRIEF UNDER 37 CFR 41.41

NOW COME APPELLANTS by their duly appointed undersigned
attorneys and file this REPLY BRIEF UNDER 37 CFR 41.41.

Appellants strongly disagree with the Examiner's
conclusion as asserted on page 7, central paragraph, of the
Examiner's Answer that the claimed method of making a cryogenic
solid monergole propellant in claims 17, 18, 19, and 22 through 30,
as well as the claimed stabilized cryogenic solid monergole
propellant in claims 31 through 34 and 37 through 42 are obvious in
view of the combination of REYNOLDS, GROSSE et al, and STICKLER.
Furthermore Appellants strongly disagree with the Examiner's
assertion on page 9 of the Examiner's Answer, near the bottom, and
on page 12, at the bottom, that the Appellants have offered only an

improper piece meal analysis of the prior art references, namely, REYNOLDS, GROSSE et al, and STICKLER.

Appellants emphasize that the cryogenic solid propellant according to the presently claimed invention, is in fact, a monergole, which by definition is a non self-igniting, single component fuel (see page 2, line 20 of the application). Appellants' cryogenic solid monergole propellant has a distinct and novel structure where a liquid or gaseous oxidizer is cryogenically frozen within the pores of a plastic fuel sponge to form such a structure and that there is no suggestion in any of REYNOLDS, GROSSE et al, and STICKLER, taken individually, or in combination, to form such a structure or that such a structure would be a cryogenic solid monergole propellant. Appellants have clearly explained on page 25 of the Appeal Brief that none of the three cited references discloses or suggests monergole propellants, and if none of the references discloses or suggests monergole propellants, how can a combination of these references suggest monergole propellants or their preparation? Once again, the REYNOLDS compositions do not contain a cryogenically frozen oxidizer within any solid fuel matrix, let alone a plastic fuel sponge and are not monergoles and in fact are explosive. The GROSSE et al compositions are layered compositions of fuel and oxidizer, structurally far removed from Appellants' plastic fuel sponges containing the cryogenically frozen liquid or gaseous

oxidizer, and are at least self-igniting, if not explosive, and are therefore not monergoles. The STICKLER compositions include the bulk of the oxidizing agent located separately from the fuel matrix and so these compositions are not monergoles, which are single component fuels. The Examiner has failed to find support in any of the three above-mentioned prior art references, or for that matter, anywhere else, that would indicate that one "skilled in the art" would combine the three prior art references to arrive at the propellants which have a structure where plastic fuel sponges contain the cryogenically frozen liquid or gaseous oxidizer or would expect that a propellant having such a structure would be a monergole.

Appellants further disagree with many of the other points raised by the Examiner in the Examiner's Answer and respond as follows:

The Examiner argues on page 5 of the Examiner's Answer that REYNOLDS teaches a metal foam in which the cells are open. This is, however, not true. REYNOLDS does not mention a metal foam at any point; REYNOLDS discloses only a combustible metal sponge. See col. 1, lines 11, 51, 52 through 56, and 64; col. 2, lines 5, 6, 16, 21, 34, 52 and 62. In fact REYNOLDS excludes metal foams by definition according to col. 1, lines 52 to 59, which states: "By the term metal sponge is meant a rigid metal matrix which contains

distributed throughout its inner portion, in a generally uniform manner, a multiplicity of discrete interconnecting cells or pores, which communicate with each other. This material is to be differentiated from metal foams in which the pores or cells are closed and do not interconnect or communicate." Thus REYNOLDS teaches those "skilled in the art" that there is a differentiation between metal sponges and metal foams; namely, that the pores or cells of a metal sponge are disposed generally in a uniform manner and have open cells, whereas metal foams have closed cells. The Examiner tries to suggest that metal foams and metal sponges are one and the same or are at least equivalent. However, according to REYNOLDS, such is not the case. Thus notwithstanding whether the Appellants' plastic foam fuel has open pores or not, there is no art-recognized equivalence established by REYNOLDS or any other prior art reference of fuels in the form of a sponge as opposed to fuels in the form of foam, whether such sponges and foams are made of plastic or metal.

The Examiner continues his incorrect interpretation of the prior art on pages 8 and 9 of the Examiner's Answer when he cites STICKLER and argued that one "skilled in the art" to solve the problem of the explosive characteristics of the REYNOLDS compositions, need only substitute the metal foam of REYNOLDS with a synthetic material according to STICKLER to obtain the present invention. One again, however, REYNOLDS excludes metal foams from

the compositions disclosed therein. According to the Examiner one "skilled in the art" should obtain the idea from REYNOLDS to use the material that REYNOLDS, himself, excludes. The disclosure in REYNOLDS already provides enough proof that one "skilled in the art" would not approach the problem of obtaining a non-self-igniting cryogenic, solid monergole propellant, in such a fashion, if he were to depart from REYNOLDS. Furthermore one "skilled in the art" knows the differences between materials made of metal and synthetic materials, such as plastics. It is a basic fact that foamed polymers, structured polymers, and metal substances (e.g. Al) differ regarding their physical properties, including fracture toughness, and differing limits of elasticity by orders of magnitude. See Dubbel, Part E Werkstoff, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1999, Figure 23. Under 4.3 in the reference (in German) it is further mentioned that one "skilled in the art" often finds further mechanical differences in synthetic materials such as low stability, low rigidity, high dependence on temperature, high levels of expansion under elevated temperatures, and low heat conductivity, as opposed to metals. At the very least the DUBBEL reference shows mechanically the lack of equivalence between the metal sponge fuels of REYNOLDS and the plastic open pore foam fuels of the present invention, irrespective as to whether the Appellants' plastic foam fuels and the metal sponges of REYNOLDS both have open pores, and in fact DUBBEL even provides a basis for a teaching away to those "skilled in the art" from using

a plastic open pore foam fuel in the preparation of a cryogenic solid monergole propellant.

The Examiner totally negates these mechanical and physical differences between metal sponge and plastic foam fuels, with or without open pores, and limits his arguments solely to the porosity and to the weight and entropy of the respective materials. One "skilled in the art" would consider the nature of the materials used in preparing the cryogenic solid monergole propellants, taking into account the stability, rigidity, elasticity, break strength, and temperature stability of the respective materials, and not just the porosity.

Furthermore the Appellants maintain that the Examiner incorrectly interprets the STICKLER reference when he argues on page 5, middle paragraph, that the dispersion of an encapsulated liquid (fuel) is the equivalent of an oxidant. The dispersed phase, whether existing as solid matter or as liquid matter, is a fuel that is a combustible, and not an oxidant. STICKLER uses the terms "dispersed phase" and "dispersed additive phase" interchangeably. The following excerpts from STICKLER substantiate the Appellants' argument:

See col. 5, lines 19 to 32:

In one version of the embodiment in STICKLER, the matrix 30 exhibits a relatively lower burning rate than dispersed additive phase 32, which vaporizes or melts, and escapes from the fuel surface as a liquid spray.

See col. 5, line 33:

One preferred class of additive is crystalline organic materials, such as naphthalene.

See col. 5, lines 44 to 51:

Furthermore, the use of an endothermically decomposing material such as naphthalene...

See col. 5, line 52 to col. 6, line 9:

It is also possible, however, to use as the dispersed phase (or a constituent thereof), polymeric organic compounds.

See col. 6, lines 10 through 21:

In a second view of the embodiment, matrix 30 exhibits a relatively higher burning rate than dispersed additive phase 32.

Thus the "so called" dispersion in STICKLER within the solid matrix is a combustible, not an oxidant.

On pages 16 through 18 of the Examiner's Answer the Examiner specifically asks for a reason why one "skilled in the art" would not combine STICKLER with REYNOLDS and GROSSE et al. In addition to the argument set forth herein above that none of these references discloses or suggests preparing a cryogenic solid monergole propellant, Appellants further emphasize that the STICKLER high energy bipropellant bodies are not so close to the presently claimed cryogenic solid monergole propellants as the Examiner believes, especially since the STICKLER matrix and the STICKLER dispersed additive phase are both combustible, in sharp distinction to the presently claimed composition.

The GROSSE et al reference discloses high energy bipopellant bodies where only a general application of cryogenics is employed. Nowhere does GROSSE et al suggest the absorption of a liquid or gaseous oxidant into a combustible matrix. Most importantly, in GROSSE et al, the combustible and the oxidant are arranged in regularly succeeding patterns as slices or layers. Thus how would one "skilled in the art" come to the presently claimed invention by combining REYNOLDS, which excludes metal foams and does not disclose synthetic foams or sponges; STICKLER, which does not disclose synthetic foams; and GROSSE et al, which teaches only the application of cryogenics to high energy bipropellant bodies and discloses no fuel matrix in which is positioned a liquid

or gaseous oxidant, which is frozen solid at a cryogenic temperature to obtain a cryogenic solid monergole propellant?

Lastly the Appellants wish to point out that they have dealt with the REYNOLDS, GROSSE et al and STICKLER references in combination, and not in a piece meal fashion. Appellants wish to point particularly to their Appeal Brief on page 13, line 10 to page 14, line 12. Appellants especially believe that one "skilled in the art" would not adapt the cryogenic techniques disclosed in GROSSE et al with its regular layers of combustible material and oxidizer to the irregular arrangement of the oxidation agent in the pores of a combustible metal matrix, and arrive at a cryogenic solid monergole propellant according to the present invention.

Furthermore on page 17, line 7 to page 20, line 13 Appellants set forth reasons why the combination of REYNOLDS, GROSSE et al and STICKLER would not lead to a cryogenic solid monergole propellant. Most importantly Appellants point to the last line of page 19 of their Appeal Brief to the fourth line on page 20 where Appellants discuss combining STICKLER with REYNOLDS and GROSSE et al pointing out that the overall difference between the presently claimed cryogenic solid monergole propellant with respect to the STICKLER fuel compositions is that the main combustible material phase (continuous phase) or matrix in STICKLER is completely free of oxidation agent and includes additives that

are also combustible materials. See also col. 6, lines 6 and 7 of STICKLER. Since GROSSE et al discloses no solid fuel matrix at all but a series of layers of fuel and oxidant, and since REYNOLDS discloses metal sponge matrices, the prior art combination of references discourages the use of metal foam matrices, and discloses no equivalence between metal sponge matrices and the plastic foam matrices according to the present invention. Appellants believe that they have dealt with the combination of the three prior art references, and not merely with each reference individually.

Appellants especially believe that they have dealt with REYNOLDS, GROSSE et al and STICKLER, in anything but a piece meal fashion, in their Appeal Brief on page 22, line 11 to page 25, line 4, as well as on page 26, page 27 and page 28, lines 1 through 13. Appellants especially made it clear that the metal sponge matrices disclosed in REYNOLDS are not the equivalent of the combustible fuel matrices disclosed in STICKLER. Appellants also made it clear that there is no disclosure or suggestion in any of the principal references, taken individually or collectively, including GROSSE et al, of incorporating a liquid or gaseous oxidant in a solid phase, open pore plastic foam fuel, and cryogenically freezing the liquid or gaseous oxidant in the pores of a solid matrix of any kind, to produce a cryogenic solid monergole propellant whether the matrix is a metal sponge as disclosed in REYNOLDS, or a combustible fuel

matrix as disclosed in STICKLER, let alone a series of layers of fuel and oxidant as disclosed in GROSSE et al.

Appellants conclude that the Board of Appeals and Interferences should reverse the Examiner's rejection of all claims.

K.F. Ross P.C.

/Jonathan Myers/

By: Jonathan Myers, 26,963
Attorney for Applicant

29 July 2009
5683 Riverdale Avenue Box 900
Bronx, NY 10471-0900
Cust. No.: 535
Tel: 718 884-6600
Fax: 718 601-1099
Email: email@kfrpc.com

Enclosures:

Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau.
Beitz, pp 59, 62 (Springer-Verlag, Berlin 1990)

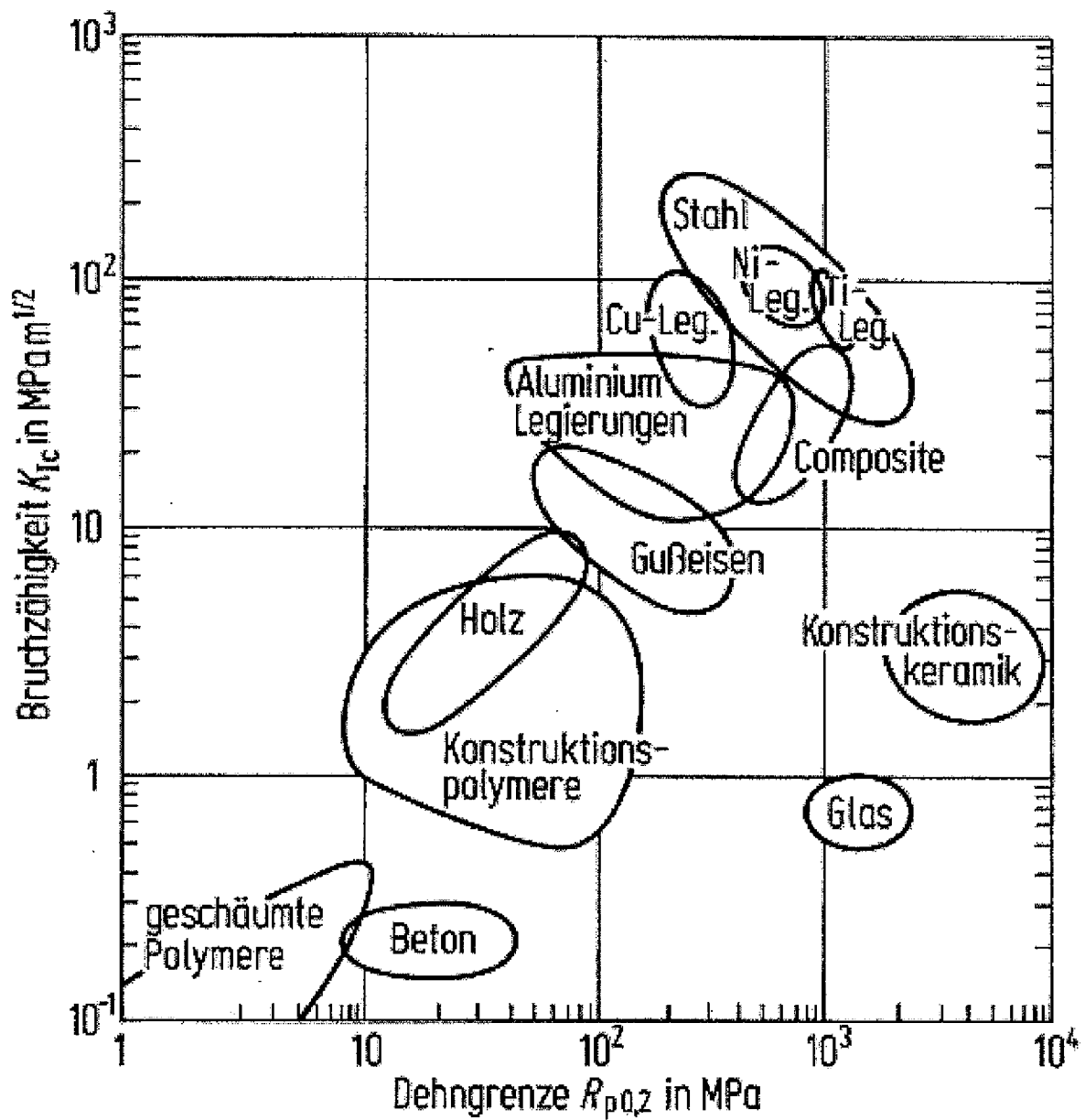


Bild 23. Bruchzähigkeitswerte verschiedener Werkstoffgruppen [5]

Dubbel

Taschenbuch für den Maschinenbau

17., neubearbeitete Auflage

Herausgegeben von

W. Beitz und K.-H. Küttner

Mit 2607 Bildern und 511 Tabellen

Dipl. - Ing. W. - D. Hannig
Patentanwalt
Sterndamm 24
O-1197 Berlin
Tel. 0 03 72 / 635 55 54

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo HongKong Barcelona

Herausgeber

Professor Dr.-Ing. **Wolfgang Beitz**
Technische Universität Berlin

Professor Dipl.-Ing. **Karl-Heinz Küttner**
Technische Fachhochschule Berlin

ISBN 3-540-52381-2 17. Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN 0-387-52381-2 17th ed. Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg

ISBN 3-540-18009-5 16. Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN 0-387-18009-5 16th ed. Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek:

Taschenbuch für den Maschinenbau / Dubbel. Hrsg. von W. Beitz und K.-H. Küttner. – 17., neu-
bearb. Aufl. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; London ; Paris ; Tokyo ; Barcelona : Springer,
1990

ISBN 3-540-52381-2 (Berlin ...)

ISBN 0-387-52381-2 (New York ...)

NE: Dubbel, Heinrich [Begr.]; Beitz, Wolfgang [Hrsg.]

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1929, 1935, 1940, 1941, 1943, 1953, 1961, 1970, 1974, 1981, 1983, 1986, 1987 and 1990

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Universitätsdruckerei H. Stürtz AG, Würzburg.

Druck: Saladruck Berlin; Bindearbeiten: Lüderitz & Bauer-GmbH, Berlin

2160/3020-54321 — Gedruckt auf säurefreiem Papier

wie Art und Form von Füll- und Verstärkungsstoffen gemacht werden. Formmassen sind ungeformte Ausgangsprodukte, die in technischen Verarbeitungsverfahren zu Formstoffen (Halbzeuge, Formteile) verarbeitet werden. Bei den Duroplasten sind Normbezeichnungen einfacher und enthalten nur Angaben zur Harzbasis und zum Füll- und Verstärkungstoff, zum Teil sind duroplastische Formmassen typisiert.

4.2 Aufbau und Verhalten Structure and characteristics

Thermoplaste bestehen i.allg. aus Kettenmolekülen mit bis zu 10^6 Atomen bei einer Länge von ca. 10^{-6} bis 10^{-3} mm. Die Festigkeit der Thermoplaste ist wegen fehlender Hauptvalenzbindungen zwischen den Kettenmolekülen temperaturabhängig und wird durch „mechanische“ Verschlingungen der Kettenmoleküle und die Nebenvalenzkräfte zwischen den Kettenmolekülen beeinflusst. Bei **amorphen** Thermoplasten liegen die Kettenmoleküle wie in einem Wattlebausch vor; die Festigkeitseigenschaften sind **isotrop**, d.h. in allen Richtungen gleich. Durch Verarbeitungsprozesse wie Extrudieren, Spritzgießen oder mechanisches Verstrecken können die Makromoleküle ausgerichtet werden, was eine **Anisotropie** ergibt. Bei **teilkristallinen** Thermoplasten liegen örtliche Ordnungen der Makromoleküle vor; in diesen geordneten, „kristallinen“ Bereichen sind die Kunststoffe steif und in den amorphen „Gelenken“ flexibel. Bei Thermoplasten sind die Eigenschaften abhängig vom chemischen Aufbau der Ketten, von der Kettenlänge, den kristallinen Anteilen sowie von der Art der Nebenvalenzkräfte (Dipolbindungen, Wasserstoffbrückenbindungen, Dispersionskräfte usw.).

Bei **Elastomeren** ist die Anzahl der Vernetzungspunkte maßgebend für das elastische Verhalten; weichelastisch bei wenigen Vernetzungspunkten, hartelastisch mit vielen Vernetzungspunkten. Umformen und Schweißen ist daher nicht möglich. **Thermoplastische Elastomere (TPE)** können jedoch wegen ihres anderen Aufbaus umgeformt und geschweißt werden.

Bei **Duroplasten** gibt es wegen der vollständigen Vernetzung keine Gleitmöglichkeiten, so daß diese Kunststoff-

gruppe nach der Formgebung nur noch spanend bearbeitet werden kann.

Bild 1 zeigt die Zustandsbereiche von Kunststoffen und die Verarbeitungsmöglichkeiten.

4.3 Eigenschaften. Properties

Durch den molekularen Aufbau ergeben sich bei Kunststoffen gegenüber Metallen mit atomarem Aufbau andere Eigenschaften: **Relativ niedrige Festigkeit** (ohne Verstärkungen), **niedriger Elastizitätsmodul** (geringe Steifigkeit), **Zeitabhängigkeit** der mechanischen Eigenschaften (Entspannen – Kriechen), starke **Temperaturabhängigkeit** der Eigenschaften, besonders bei Thermoplasten, sowie hohe **Wärmeausdehnung** und geringe **Wärmeleitfähigkeit**. Günstig sind gute elektrische **Isoliereigenschaften**, gute **Beständigkeit**, teilweise **physiologische Unbedenklichkeit** und zum Teil ausgezeichnete **Gleiteigenschaften**, auch ohne Schmierung.

Die Eigenschaften von Kunststoffen können auf vielfältige Weise verändert werden, so z.B. durch die **Verarbeitungsbedingungen**, **Weichmachung** (äußere bei PVC-P, innere bei PVC-HI), Herstellung von **Mischungen** (Polymerlegierungen, Blends, z.B. ABS + PC oder PBT + PC), **Copolymerisation** (SAN, ASA, ABS), **Verstärkungsstoffe** (Glas-, Kohlenstoff-, Aramidfasern), **Füllstoffe** (Holz- oder Gesteinsmehl, Glaskugeln, Talkum) oder sonstige **Hilfsstoffe** (Gleitmittel, Stabilisatoren, Farbstoffe, Pigmente, Flammenschutzmittel, Treibmittel).

Anh. E4 Tab. 1 gibt für wichtige Kunststoffgruppen Anhaltswerte über Eigenschaften.

4.4 Wichtige Thermoplaste Important thermoplastics

Polyamide PA nach DIN 16773 und VDI-Richtlinie 2479 (*Akulon, Bergamid, Durethan, Rilsan, Grilamid, Grilon, Maranyl, Minlon, Nylon, Technyl, Stanyl, Ultramid, Vestamid, Zytel*). Eingesetzt meist die teilkristallinen PA46, PA6, PA66, PA610, PA11, PA12 und amorphes PA6-3-T. Milchig trübe Eigenfarbe. Starke Neigung zu Wasseraufnahme und damit Beeinflussung der Eigenschaften; mit zunehmendem Wassergehalt nehmen Zähigkeit zu und Festigkeit ab. Polyamide sind verformbar. Wasseraufnahme abnehmend von PA6 bis PA12. Elektrische Isoliereigenschaften abhängig von Feuchtegehalt. Einsatztemperaturen von -40°C bis 80 bis 120°C . Beständig gegen viele Lösemittel, Kraftstoffe und Öle. Nicht beständig gegen Säuren und Laugen. Meist Konditionieren der Polyamidteile notwendig.

Formteile als Konstruktionsteile bei Anforderungen an Festigkeit, Zähigkeit und Gleiteigenschaften z.B. als Gleitelemente, Zahnräder, Laufrollen; ferner für Gehäuse, Lüfterräder, Lagerbuchsen, Transportketten, Dübel, Führungen; Abschlepp- und Bergsteigerseile; technische Spielzeugbausteine. **Halbzeuge** als Tafeln, Rohre, Profile, Stangen und Folien.

Polyacetalharze POM nach DIN 16781 (*Delrin, Hostaform, Kematal, Ultraform*). Teilkristalline Kunststoffe mit weißlicher Eigenfarbe. Praktisch keine Wasseraufnahme. Günstige Steifigkeit und Festigkeit bei ausreichender Zähigkeit und guten Federungseigenschaften. Sehr günstiges Gleit- und Verschleißverhalten. Gute elektrische Isoliereigenschaften. Einsatztemperaturen von -40 bis 100°C . Sehr gute Chemikalienbeständigkeit.

Formteile als Konstruktionsteile mit hohen Anforderungen an Maßgenauigkeit, Festigkeit, Steifigkeit sowie gutem Federungs- und Gleitverhalten z.B. als Gleitlager, La-

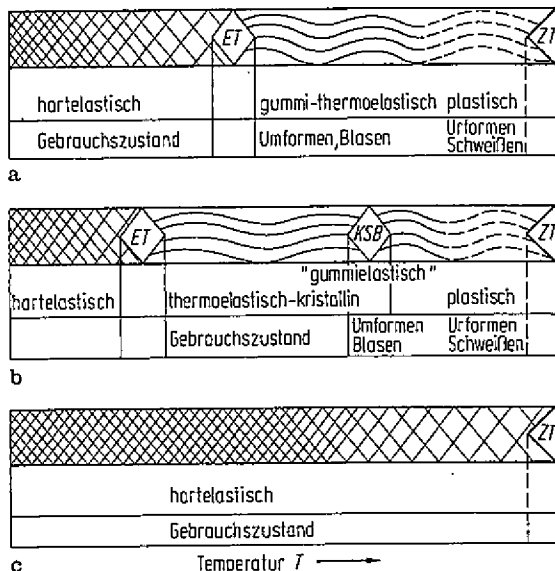


Bild 1. Zustandsbereiche für Kunststoffe (schematisch). a) amorphe Thermoplaste; b) teilkristalline Thermoplaste; c) Duroplast; ET Einfrier- bzw. Erweichungsbereich, KSB Kristallschmelzbereich, ZT Zersetzungsbereich

Formmassen werden durch Pressen oder Spritzgießen verarbeitet, *Sheet Moulding Compounds (SMC)* als flächige *Prepregs* werden meist durch Pressen zu großflächigen Formteilen verarbeitet.

Schichtpreßstoffe werden durch Verpressen von mit Harz getränkten flächenförmigen Gebilden (Papier, Gewebe, Holzfurniere usw.) hergestellt. Diese Materialien können spanend bearbeitet werden.

Phenolharze PF nach DIN 16916, DIN 7702 und DIN 7708 (*Bakelite, Resinol, Supraplast*). Vernetzte, polare Duroplaste mit gelblicher Eigenfarbe. Bei der Polykondensation entstehendes Wasser beeinflusst zum Teil die elektrischen Eigenschaften. Verwendung erfolgt praktisch nur gefüllt, deshalb sind Eigenschaften sehr stark von Art und Menge des Füll- und Verstärkungsstoffs abhängig. Meist relativ spröde bei hoher Festigkeit und Steifigkeit. Gebrauchstemperaturen bis 150 °C. Gute chemische Beständigkeit; nicht für Lebensmittelzwecke zugelassen.

Formteile als Gehäuse, Griffe, elektrische Installationsteile, zum Teil mit eingepreßten Metallteilen. *Halbzeuge* als Schichtpreßstofftafeln, Profile zur spanenden Weiterverarbeitung. Harze als Lackharze, Klebstoffe, Bindemittel für Schleifmittel und Reibbeläge und Formsande.

Aminoplaste MF, UF nach DIN 7708 T3 (*Bakelite, Melbrite, Resart, Supraplast, Skanopal, Hornit, Resopal, Supraplast*). Vernetzte, polare Duroplaste; praktisch farblos, deshalb auch hellfarbig einfärbbar. Verwendung erfolgt praktisch nur gefüllt, deshalb sind Eigenschaften sehr stark von Art und Menge des Füllstoffs abhängig. Meist relativ spröde bei hoher Festigkeit und Steifigkeit. Einsatztemperatur bei MF bis 130 °C. Gute elektrische Isoliereigenschaften. Gute chemische Beständigkeit; MF Typ 152.7 für Lebensmittelzwecke zugelassen.

Formteile für hellfarbige Gehäuse, Installationsteile, Elektroisolierteile, Schalter, Steckdosen, Griffe, Eßgeschirr. Dekorative Schichtstoffplatten (HPL) im Möbelbau und als Fassadenplatten.

Ungesättigte Polyesterharze UP nach DIN 16911, DIN 16945, DIN 16946 (Harze: *Alpolit, Leguval, Palatal, Rütapal, Stratyl, Vestopal*; Formmassen als *SMC* oder *BMC*: *Bakelite, Keripol, Menzolit, Norsomix, Resipol, Supraplast*). Vernetzte Duroplaste von Reaktionsharzen, die meist mit Verstärkungsstoffen verarbeitet werden. Bei Laminaten sind gezielte Verstärkungen möglich. Eigenschaften abhängig vom Aufbau des Polyesters, vom Vernetzungsgrad, von der Art und Menge des Verstärkungsmaterials und vom Verarbeitungsverfahren. Hohe Festigkeiten (in Höhe von unlegierten Stählen) bei allerdings noch niedrigem E-Modul. Günstige elektrische Isoliereigenschaften. Einsatztemperaturen bis 100 °C, zum Teil bis 180 °C. Chemische Beständigkeit gut, auch bei Außenanwendungen; je nach Harz-Härter-System auch für Lebensmittelzwecke zugelassen.

Formteile als Lamine für großflächige Konstruktionsteile wie Fahrzeugbauteile, Boots- und Segelflugzeugrümpfe, Behälter, Heizöltanks, Container, Angelruten, Sportgeräte, Sitzmöbel, Verkehrsschilder. *Formteile* als Preß- und Spritzgußteile für technische Formteile mit hohen Anforderungen an mechanische und thermische Eigenschaften bei guten elektrischen Eigenschaften wie Zündverteiler, Spulenkörper, Steckverbinder, Schalterteile.

Epoxidharze EP nach DIN 16912, DIN 16913, DIN 16945, DIN 16946, DIN 16947 (Harze: *Araldit, Hostapox, Epikote, Eposir, Eposin, Grilonit, Lekutherm, Rütapox*; Formmassen als *SMC* oder *BMC*: *Araldit-Preßmasse, Ba-*

kelite, Melopas, Supraplast). Vernetzte Duroplaste von Reaktionsharzen, die meist mit sehr hochwertigen Verstärkungsstoffen (Kohlenstoff- und Aramidfasern) verarbeitet werden. Bei Laminaten sind gezielte Verstärkungen möglich. Eigenschaften abhängig vom Aufbau des Epoxidharzes, vom Vernetzungsgrad, von der Art und Menge des Verstärkungsstoffs und vom Verarbeitungsverfahren. Sehr hohe Festigkeiten und Steifigkeiten, vor allem bei Kohlenstoff-Fasern (CFK); wenig schlagempfindlich. Beste elektrische Isoliereigenschaften in weitem Temperaturbereich, auch bei Freiluftanwendungen. Einsatztemperaturbereiche abhängig von Verarbeitung; kaltgehärtete Systeme bis 80 °C, warmgehärtete bis 130 °C, zum Teil bis 200 °C. Gut chemisch beständig, auch für Außenanwendungen.

Formteile als Lamine für hochfeste und steife Bauteile im Flugzeug- und Raumfahrzeugbau (Leitwerke, Tragflächen, Hubschrauberrotorblätter), Kopierwerkzeuge, Gießereimodelle, Klebstoffe. *Formteile* als Preß- und Spritzgußteile für Konstruktionsteile mit hoher Maßhaltigkeit, vor allem in der Elektrotechnik, auch für Ummantelungen, Präzisionsteile in der Feinwerktechnik und im Gerätebau. Hochleistungssportgeräte.

4.7 Kunststoffschäume

Plastic foams (Cellular plastics)

Die Eigenschaften geschäumter Kunststoffe sind von dem verwendeten Kunststoff, von der *Zellstruktur* und von der *Rohdichte* abhängig. Schaumstoffe mit kompakter Außenhaut (Struktur- oder Integralschäume) weisen günstige Steifigkeit bei geringem Gewicht auf. Mechanische Belastbarkeit und Wärmeisolierfähigkeit hängen wesentlich von der Porosität (Rohdichte) ab. Die Rohdichten liegen bei Schäumen minimal bei 50% der ungeschäumten Kunststoffe. Grundsätzlich sind alle Kunststoffe schäumbar, besondere Bedeutung haben jedoch *Thermoplastschäume TSG* auf der Basis SB, ABS, PE, PP, PC, PPE und PVC sowie *Reaktionsschäume RSG* auf der Basis PUR. Die Zellenstruktur wird durch Einmischen von Gasen, Freiwerden von zugemischten Treibmitteln sowie Freiwerden von Treibmitteln bei der chemischen Reaktion der Ausgangsprodukte erreicht.

Expandierbares Polystyrol EPS (*Styropor, Hostapor*). Mit Rohdichten zwischen 13 und 80 kg/m³ wird in Form von Platten, Blöcken, Folien und Formteilen für Wärme- und Trittschalldämmung eingesetzt, sowie in der Verpackungstechnik und für Auftriebskörper.

Thermoplastschaumguß TSG. Er wird als Strukturschaum meist für großflächige Formteile im Möbelbau, für Büromaschinen-, Fernseh- und Datenverarbeitungsgeräte, Transportbehälter und Sportgeräte eingesetzt.

Harte RSG-Schäume auf Basis PUR. Mit Rohdichten zwischen 200 und 800 kg/m³ haben sie gute mechanische Steifigkeit bei geringem Gewicht. Anwendungen im Möbelbau für Büromaschinen- und Fernsehgeräte, Fensterprofile, Karosserieteile, Sportgeräte.

Weiche RSG-Schäume auf Basis PUR. Sie haben sehr gute stoßdämpfende Eigenschaften und werden z.B. für Formpolster, Lenkradumkleidungen, Stoßfängersysteme und Schuhsohlen eingesetzt.

4.8 Elastomere. Elastomers

Elastomere sind polymere Werkstoffe mit hoher Elastizität. Die Elastizitätsmoduln solcher Elastomere liegen zwi-